Ueber die

Verdauung bei Vögeln

ein Beitrag zur

vergleichenden Physiologie der Verdauung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayr. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Lala Paira-Mall,

cand. med. aus Amritzar, Indien.

München 1900.

Ueber die

Verdauung bei Vögeln

ein Beitrag zur

vergleichenden Physiologie der Verdauung.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayr. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Lala Paira-Mall,

cand. med. aus Amritzar, Indien.

München 1900.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548324_0147

Seiner hochverehrten mütterlichen Freundin

Frau Gräfin Carmen von Noer

in tiefer Dankbarkeit gewidmet

vom Verfasser.

Ueber die Verdauung bei Vögeln, ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie der Verdauung.

Von

cand. med. **L. Paira-Mall** aus Amritzar, Indien.

Es ist allgemein anerkannt, dass nicht bloss die genauere Kenntniss von bestimmten physiologischen Vorgängen bei einem und demselben Thier, sondern oft noch mehr die Kenntniss eben derselben Vorgänge bei verschiedenen Thieren unsere Anschauungen in oft ganz ungeahnter Weise erweitert und auf breitere Grundlagen gestellt hat. Gerade die vergleichende Physiologie ist es, deren hoher Werth jetzt mehr und mehr geschätzt wird und die, ähnlich wie die vergleichende Anatomie, uns gewisse Vorgänge resp. Thatsachen in ganz anderem Lichte erscheinen lässt, ja sie oft erst in ihrem richtigen Werthe schätzen lehrt.

Wenn wir uns nur auf die Verdauung bei Wirbelthieren beschränken und ganz von den durch die hochinteressanten und wichtigen Untersuchungen von Biedermann und Moritz[1]) festgestellten Vorgängen bei Wirbellosen absehen, so ist selbst hier das Feld ein ausserordentlich grosses und vom physiologischen Standpunkte verhältnissmässig noch wenig durchgearbeitet. Wie unendlich verschieden ist z. B. die Verdauung bei Pflanzenfressern, etwa Wiederkäuern, und bei Fleischfressern. Hier, wo die Nahrung, in erster Linie das Fleisch, verhältnissmässig leicht vom Magensafte bewältigt wird, haben wir als Magen im Wesentlichen eine einfache Erweiterung des Nahrungsschlauches, deren Drüsen und Muskeln allerdings eigenartig thätig sind. Dort dagegen, wo in grossen Mengen von Material, das zudem in festen Cellulosehüllen eingeschlossen ist, nur wenig nahrhafte Stoffe sich finden, haben wir verschiedene Ausbuchtungen des Magens, die gewissermaassen als Vormägen auftreten.

1) W. Biedermann und W. Biedermann und P. Moritz, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung, in Pflüger's Archiv Bd. 72 S. 105 und Bd. 73 S. 219. 1898.

In ihnen werden, wie Tappeiner[1]) nachgewiesen hat, die Cellulosehüllen durch Gährungsvorgänge „aufgeschlossen" und gelangen erst nach wiederholtem Kauen in der Mundhöhle in den eigentlich verdauenden Magen, den Labmagen.

Aber selbst bei einander sehr nahestehenden Thieren finden sich oft auffällige Verschiedenheiten. Ich erinnere z. B. an die Verdauungsvorgänge beim Frosch und bei der Unke, bei denen die Pepsinbereitung an ganz anderen Stellen des Verdauungscanales und in ganz anderen Drüsen vor sich geht. Denn nach den in diesen Punkten durchweg bestätigten Untersuchungen von Grützner und Swięcicki[2]) wird bei den Fröschen (und zwar nur bei Rana escul. und tempor., nicht bei dem Laubfrosch und der Unke, wie Partsch[3]) gefunden) das Pepsin in seiner bei Weitem grössten Mehrheit in besonderen Drüsen der Speiseröhre und nur verhältnissmässig wenig, jedenfalls viel weniger, wie namentlich Langley[4]) gezeigt hat, im Magen selbst gebildet und ausgeschieden, während bei den Unken jene Oesophagusdrüsen gar nicht vorhanden sind und alles Pepsin im Magen gebildet wird[5]). Schon diese einzige Thatsache eröffnet eine ganze Reihe wichtiger Betrachtungen und Anschauungen über die Thätigkeit verschiedener secretorischer Gebilde.

Ich ging desshalb gerne auf den Vorschlag von Herrn Professor Grützner ein, physiologische Untersuchungen über die Verdauung bei Vögeln anzustellen, um so mehr, als bei diesen Thieren die Verdauungsapparate mannigfache anatomische und demgemäss auch physiologische Besonderheiten darbieten. Ich stellte diese Untersuchungen von Februar 1897 bis Juli 1898 in dem physiologischen

---

1) H. Tappeiner, Gährung der Cellulose. Zeitschr. f. Biologie Bd. 2, N. F. Bd. 20 S. 52 ff. 1884.

2) H. v. Swięcicki, Pepsin bei Batrachiern. Pflüger's Archiv Bd. 13, S. 144, 1876 u. P. Grützner u. H. v. Swięcicki, Verdauung bei den Batrachiern. Pflüger's Archiv Bd. 49 S. 638, 1891.

3) C. Partsch, Vorderdarm bei Amphibien und Reptilien. Arch. für mikrosk. Anatomie Bd. 14 S. 179, 1877.

4) J. N. Langley, Histol. and Physiol. of pepsinforming glands. Philos. Transact. of the R. Soc. Part III p. 663 ff. 1881; vgl. auch Contejean, Digest. stom. de la grenouille. Compt. rend. de l'acad. de Sciences t. 112 p. 954—957. 1891 und S. Kresteff, Suc pylorique. Travaux du labor. de physiol. de Genève T. 1 p. 120 (153) 1900.

5) Ich gebe hier, sowie in allen späteren etwa strittigen Fragen durchweg die Anschauung von Grützner wieder.

Institute in Tübingen an und hatte mich dabei der andauernden Unterstützung und Förderung, auch bei der Abfassung dieser Arbeit, von Seiten meines Lehrers, des Herrn Prof. Grützner, zu erfreuen, dem ich hierfür meinen besonderen Dank mit Freuden ausspreche.

A. Historische Vorbemerkungen.

Ueber die bei den Vögeln stattfindenden Verdauungsvorgänge im Magen liegen mannigfache, namentlich ältere geradezu classische Untersuchungen vor. Ich nenne in erster Linie diejenigen von Réaumur[1]), dann die von Spallanzani[2]) und schliesslich die von Tiedemann und Gmelin[3]).

Réaumur suchte die schon seit längerer Zeit bestehenden Streitfragen zu entscheiden, durch welche Kräfte die Verdauung der Nahrungsmittel in dem Magen der Vögel von statten gehe. Ein Theil der Forscher, unter ihnen Vallisneri[4]), vertrat die Anschauung, dass der Magensaft lediglich durch die ihm innewohnende, auflösende Kraft alle Nahrungsmittel, auch feste, nicht gerade zur Nahrung dienende Körper, wie Glas, Steine u. s. w. auflöse; ein anderer Theil, unter ihnen Borelli[4]) und Redi[4]), stellte fest, dass der Magen körnerfressender Vögel in hohem Maasse die Fähigkeit besitze, diese festen Körper, die Borelli geradezu als Nahrungsmittel ansah, in kleine Stücke zu zerbrechen, und schrieb wesentlich dieser zermalmenden Fähigkeit die Verdauung aller, namentlich der festen Körper, zu. Eine dritte Partei endlich erachtete beiderlei Vorgänge für nothwendig, sowohl eine mechanische Zertrümmerung und Zerkleinerung der eingeführten Nahrungsmittel auf der einen Seite, als auch eine chemisch wirksame, lösende Kraft auf der anderen Seite.

Réaumur machte seine Untersuchungen zunächst wesentlich an Truthühnern, nebenbei auch an Enten, Hühnern und Tauben und verfuhr dabei folgendermaassen. Gleich der erste Versuch, den er beschreibt, ist sehr lehrreich. Er gab einem kräftigen Truthahn sechs mit einigen (fünf bis sechs) Gerstenkörnern vollgefüllte Glas-

1) Réaumur, Histol. de l'Acad. Roy. des Sciences 1752, Paris 1756; erste Abhandl. S. 266, zweite Abhandl. S. 461; Zusammenfassung S. 49.

2) Spallanzani's Versuche über das Verdauungsgeschäft. Uebersetzt von D. Chr. F. Michaelis. Leipzig 1785.

3) F. Tiedemann und L. Gmelin, Die Verdauung nach Versuchen von ... Heidelberg und Leipzig. Zweite Ausgabe 1831.

4) Siehe die citirten Arbeiten von Réaumur und Spallanzani.

kugeln (denen ähnlich, aus denen man die unechten Perlen macht) zu verschlingen und tödtete das Thier, das inzwischen Gerste nach Belieben fressen konnte, nach etwa 24 Stunden. Der ganze Verdauungscanal von der Speiseröhre bis zum After wird auf das Genaueste untersucht. Man findet in ihm scheinbar nichts von den Glaskugeln, die natürlich auch nicht vorher durch den After abgegangen waren. Auch in dem Muskelmagen findet sich kein einziges Bruchstück der Glasperlen, sondern nur neben halb verdauten Gerstenkörnern kleine Steinchen, Kies und feinerer Sand. Auch zwischen den Fingern kann man keinen einzigen Glassplitter fühlen. Der Darm ist völlig normal und zeigt nirgends irgend welche Verletzungen. Tötet man die Thiere nach kürzerer Zeit, so findet man natürlich grössere oder kleinere Bruchstücke der eingeführten Glaskugeln in dem Muskelmagen.

Da also durch die Zertrümmerung der Glasperlen der Magensaft nicht bloss in reichlichem Maasse zu den in ihnen befindlichen Körnern gelangen konnte, was auch ohne das Zertrümmern möglich gewesen wäre, sondern vor allen Dingen die Gerstenkörner auch zermalmt wurden, so beweisen diese Versuche nichts über die chemische Wirkung des Magensaftes allein. Man musste also die Gerstenkörner in festere Hüllen bringen, die zwar den Magensaft zu ihnen treten liessen, aber sie doch vor den gewaltigen Druckwirkungen des Muskelmagens schützen konnten. Dazu wurden kleine feste Glasröhren gewählt, ungefähr sechs Linien lang und vier dick. Die Lichtung betrug zwei Linien, die Wanddicke der Röhren also eine Linie. Diese Röhren, welche mit Gerstenkörnern gefüllt wurden, waren an ihren Endflächen zackig und zudem so fest, dass, als sie Réaumur zwischen zwei Bretter legte, er auf dem oberen Brett stehen und sich drehen konnte, ohne dass sie zerbrachen. Ja, sie hätten, wie er angibt, noch grössere Lasten als die seines Körpers ausgehalten.

Was geschah nun mit diesen Röhren im Magen der Vögel, nachdem man ihnen je drei Stück eingeführt hatte? Sie waren der Länge nach gespalten, und es fanden sich 48 Stunden nach der Einführung sechs an ihren äusseren convexen Längs- und an ihren runden Endflächen gut abgeschliffene Halbrinnen. Ihre inneren konkaven Flächen waren nur theilweise abgeschliffen, an vielen Stellen noch glatt und glänzend. Man sieht hieraus, in welch' wunderbarer Weise sich die Zertrümmerung oder, besser gesagt, die Zertheilung der Röhren vollzogen hatte. Denn es ist klar, dass eine

derartige Längsspaltung von Glasröhren nur möglich ist durch ganz besondere Bewegungen, wahrscheinlich durch Einpressen von Steinen in die Lichtungen und damit verbundenes Ritzen des Glases. Feste, grössere und kleinere Steinchen finden sich ja stets in ausreichender Menge im Muskelmagen. Dieses Längsspalten von Glasröhren wurde regelmässig beobachtet. Auch an solchen Röhren, in welche man keine Körner gebracht hatte (die etwa von innen heraus durch Quellung eine Sprengung des Glases hätten bewirken können) wurde es festgestellt.

Es mussten also noch festere Hüllen geschaffen werden, um das in ihnen eingeschlossene, dem Magensafte zugängliche Futter vor dem Drucke des Magens zu schützen. Versuchsweise werden feste, an beiden Enden mit Loth zugeschmolzene Cylinder aus Eisenblech ($7^1/_2$ Linien lang und $1^3\,_4$ Linien in der Lichtung) den Thieren eingeführt; sie hielten einen Druck von 270 Pfund aus, ohne sich zu verbiegen. Aber im Magen der Truthähne werden sie zu platten, mehr oder weniger gewundenen Stücken zusammengepresst, das Loth ist abgedrückt. Dass natürlich auch welsche Nüsse und Haselnüsse einem ähnlichen Schicksale unterliegen, ist hiernach nicht wunderbar, auch wenn sie massenweise eingeführt werden, sodass der mit ihnen prall erfüllte Kropf beim Betasten klitschert.

Nach Alledem kommt Réaumur zu der Ueberzeugung, dass bei den genannten Vögeln die Zertrümmerung und Verkleinerung des Mageninhaltes von der grössten Bedeutung für die Verdauung sei. Aber um doch die Wirkung des Magensaftes allein festzustellen, bedient er sich schliesslich dicker Röhren aus Blei, die bei vier Linien Durchmesser nur eine Linie im Lichten haben. Diese werden im Magen seiner Vögel nur äusserlich abgerieben, aber in ihrer Form nicht verändert. Steckt man nun in ihre Höhlung rohe Gerstenkörner mit oder ohne Schale oder sogar gekochte Gerste, so werden sie nicht verändert. Wenigstens kann man, nachdem sie sich 24 Stunden im Magen aufgehalten haben, mit blossem Auge keine Veränderung an ihnen wahrnehmen.

Noch zweifelhafter wird Réaumur an dem Vorhandensein eines chemisch wirksamen, namentlich stark wirksamen Magensaftes, als er Enten, welche Fleisch gut und schnell verdauen, dieses in unnachgiebigen (offenen) Metallcylindern zu verschlingen gibt. Nach längerer Zeit findet er es unverändert in Farbe und Aussehen, höchstens hin und wieder etwas abgeblasst. Wenn also, so lautet

sein Schluss, die Nahrungsmittel in dem Muskelmagen der Vögel nicht zertrümmert werden, so werden sie auch nicht verdaut und sie werden nicht von einer auflösenden Flüssigkeit — wie Vallisneri glaubte — in jene kleinen Theilchen verwandelt. Ebenso falsch aber ist es auf der anderen Seite, dem Muskelmagen allein die in ihm stattfindende Verkleinerung und schliessliche Verdauung der Nahrung zuzuschreiben. Er vollendet vielmehr nur, was andere Organe begonnen haben. Denn zuerst werden die Nahrungsmittel im Kropfe erweicht, dann gelangen sie kurz vor dem Muskelmagen in einen mit Drüsen besetzten Hohlraum, den man wohl einen Magen nennen darf, da er einen besonderen salzigen Saft absondert, welcher blaues Papier nicht röthet[1]) und sich oft in reichlicher Menge aus den kleinen Drüsen ausdrücken lässt. Schliesslich werden sie in dem Muskelmagen nicht bloss zertrümmert, sondern sicherlich auch noch mit einem besonderen Safte gemischt. Denn es ist ganz bekannt, dass die von dem Muskelmagen leicht abziehbare Haut die Milch gerinnen macht, ähnlich wie das Lab (présure) oder gewisse Pflanzentheile.

Zu ganz anderen Ergebnissen freilich gelangt Réaumur bei der Untersuchung von fleischfressenden Vögeln, namentlich Raubvögeln. Da diese Thiere die Eigenthümlichkeit besitzen, unverdauliche Massen, wie Federn, Haare u. s. w. in Form von zusammengeballten Kugeln zu erbrechen, so war die Art des Experimentirens sozusagen gegeben; denn man brauchte nur die schon erwähnten Hohlkörper mit Nahrungsmitteln gefüllt den Thieren einzuverleiben und, nachdem sie erbrochen, auf ihren Inhalt zu untersuchen. Füllte man nun dergleichen Hohlkörper mit Fleisch und sorgte zudem durch Ueberbinden der offenen Enden mit Gaze dafür, dass gar kein Druck, sondern nur der Magensaft auf das Fleisch einwirken konnte, so wurde es trotzdem ohne jedwede mechanische Zerkleinerung verflüssigt und schliesslich gelöst. Auch Knochen, in ähnlicher Weise vor Druck geschützt, erlagen der auflösenden Kraft dieser Magenflüssigkeit. Körner wurden dagegen so gut wie nicht verändert; sie quollen nur auf, so wie in jeder anderen wässerigen Flüssigkeit oder in Wasser.

1) Diese Angabe, worauf mich Herr Prof. Grützner aufmerksam macht, ist sehr merkwürdig und, wenn Lacmuspapier angewendet worden ist, wohl nur dadurch verständlich, dass es sich mehr um Magenschleim und Zellendetritus als um Magensaft gehandelt hat.

Da nun aber der Magensaft eine Flüssigkeit ganz eigener Art ist, sucht sich Réaumur dieselbe auf sinnreiche Weise zu verschaffen. Er gibt nüchternen Raubvögeln seine Hohlkörper zu verschlucken, nachdem er sie vorher mit Schwämmchen erfüllt hatte. Werden dann diese Schwämmchen ausgedrückt, so erhält man genügende Mengen ziemlich reinen Magensaftes, der bitter und salzig schmeckt und blaues Lacmuspapier lebhaft röthet.

Mit diesem Magensafte nun macht Réaumur — und damit thut er einen grossen Schritt weiter in der Technik der Verdauungslehre — Versuche ausserhalb des Körpers. In kleinen Gefässen werden Fleischstücke mit dem Magensafte, in anderen nur mit Wasser übergossen und in einer Temperatur, die etwa derjenigen des Vogels gleich ist, vor Verdunstung geschützt, 24 Stunden stehen gelassen. Das mit Wasser übergossene Fleisch wurde ganz faul und stank unerträglich, das andere wurde theilweise erweicht und roch wie verdorbenes Fleisch. Sonach, schliesst Réaumur, kommt die Verdauung bei den Vögeln, die über einen Muskelmagen verfügen, durch Zermalmung der Nahrung, bei denjenigen dagegen, die nur einen häutigen Magen besitzen, durch die auflösende Kraft des Magensaftes zu Stande. Schliesslich ist es ihm sehr wahrscheinlich, dass bei Vögeln, die betreffs der Bauart ihres Magens und betreffs ihrer Nahrung in der Mitte zwischen den genannten stehen, z. B. beim Grünspecht, beiderlei Kräfte einander unterstützen.

Etwas weiter als Réaumur kam einer der geistvollsten Naturforscher und Experimentatoren des vorigen Jahrhunderts, nämlich der Abt Spallanzani, der zunächst ebenfalls an körnerfressenden Vögeln seine Untersuchungen anstellte.

Spallanzani[1]) wiederholt und erweitert die Versuche von Réaumur, indem er sich zunächst von der geradezu wunderbaren Unverletzlichkeit des Muskelmagens, auf die schon Réaumur hingewiesen hatte, des Genaueren überzeugt. Spitze Glasscherben, die in ein Papier eingewickelt in den Magen gebracht werden, schaden ihm ebensowenig wie Nähnadeln oder kleine scharfe Lanzetten, die man ihm in ähnlicher Weise einverleibt. Die härtesten Körper, wie Granaten, werden abgeschliffen. Diese Unverletzlichkeit und schleifende Kraft verdanken die Thiere theils der dicken, hornartigen

1) Spallanzani's Versuche über das Verdauungsgeschäft. Uebersetzt von D. Chr. Michaelis. Leipzig 1758.

Schicht, welche ihren Muskelmagen überzieht, theils den grösseren und kleineren Steinchen, welche sich regelmässig in ihrem Magen finden und schon den jungen Tauben von ihren Eltern bei der Atzung in den Magen gebracht werden. Freilich auch ohne sie kann der Muskelmagen, wie Spallanzani des Genaueren feststellt, harte Körper zertrümmern.

Aber trotz Alledem schreibt Spallanzani dem Magensafte doch eine viel grössere Bedeutung zu, als Réaumur es gethan hatte. Denn er findet, dass leicht verdauliche Körper, in unnachgiebigen Hüllen eingeschlossen, doch im Magen körnerfressender Vögel gelöst werden. Nur müsse man eben lange genug warten, namentlich werde rohes, zerkleinertes Fleisch, auch wenn es vor der zermalmenden Kraft des Magens vollkommen geschützt werde, innerhalb 28 bis 48 Stunden vollkommen aufgelöst.

Diese Wirksamkeit des Magensaftes lässt sich auch ausserhalb des Magens beweisen. Denn Fleischstückchen und zerstossener Weizen, welche in kleinen Gläschen mit Magensaft übergossen und längere Zeit in der Wärme (Spallanzani trug sie in seiner Achselhöhle) gehalten wurden, lösten sich auf oder veränderten sich in eigenartiger Weise, während dieselben Substanzen, in gleicher Art mit Wasser behandelt, faulten oder eine saure Gährung zeigten. Der Magensaft dieser Thiere hatte also als solcher, was Réaumur, wie erwähnt, bestritten, eine besondere auflösende Kraft. Offenbar hatte Réaumur zu wenig Magensaft verwendet.

Des Weiteren untersucht Spallanzani die Verdauung bei Vögeln, die einen „Mittelmagen", d. h. einen Magen mit noch verhältnissmässig starken muskulösen Wandungen, besitzen, wie Krähen, Reiher u. s. w. Da die Krähen ähnlich wie die Raubvögel die Eigenthümlichkeit haben, Unverdautes wieder auszubrechen, kann man mit ihnen wie Réaumur mit seinen Raubvögeln experimentiren. Führt man ihnen daher die durchlöcherten Cylinder mit Schwämmchen gefüllt ein, so erhält man reichliche Mengen von Magensaft; und bringt man in die Cylinder Fleisch, Brot oder Körner, so kann man leicht den Fortgang der Verdauung dieser Stoffe beobachten. Man hat sie dann den Thieren, wenn nöthig, immer nur von frischem in den Magen zu schieben. Unzweifelhaft lehren diese Versuche, dass der Magensaft Schritt für Schritt in die Tiefe dringt und das Fleisch von der Oberfläche her auflöst. Da, wo er zum Fleisch nur beschränkten Zutritt hat, wie bei den durchlöcherten Cylindern,

werden nur diejenigen Stellen gelöst, die er umspült, die andern aber nicht. Zugleich wird noch mehrfach darauf hingewiesen, dass das Fleisch in Folge von selbst lange währender Verdauung niemals einen fauligen Geruch annimmt. Schiebt man den Krähen Schwämme in den Magen, die an Fäden befestigt sind, so ist es leicht, ziemliche Mengen von Magensaft zu gewinnen. Verfährt man ebenso mit Fleischstückchen, so kann man, indem man sie zu wiederholten Malen herauszieht, ihre allmälige Auflösung trefflich beobachten.

Auch die Verdauungsvorgänge bei Reihern bieten noch manche höchst interessante Einzelheiten. Diese Thiere speien fast niemals unverdauliche harte Körper aus und haben auch nicht die Kraft, sie in ihrem Magen zu zertrümmern. Dafür besitzen sie einen chemisch sehr wirksamen Magensaft und lösen damit namentlich Knochen und Gräten energisch auf, während die Krähen dies nicht oder lange nicht in dem Maasse zu thun vermögen.

Schliesslich macht Spallanzani noch Versuche an Raubvögeln, nämlich an Eulen, Falken und Adlern, und findet in der an interessanten Einzelheiten und feinen Beobachtungen reichen Arbeit ähnlich wie Réaumur, dass der Magensaft dieser Thiere Fleisch und Knochen in und ausserhalb des Magens verdaut. Ja, auch andere Stoffe wie Brot, Käse, werden davon ohne jegliche mechanische Hülfsmittel gelöst.

Ich erwähne schliesslich noch die überaus sorgfältigen und eingehenden Arbeiten von Tiedemann und Gmelin, welche den Vorgang der Verdauung an fleisch- und körnerfressenden Vögeln durch den gesammten Verdauungscanal, namentlich vom chemischen Standpunkte aus, auf das Genaueste untersuchten. Sie verschaffen sich in ähnlicher Weise wie ihre Vorgänger durch Einbringen von Schwammstücken ausreichende Mengen von Magensaft und finden, dass derselbe stets sauer reagirt, Milch zum Gerinnen bringt und die schon beschriebenen verdauenden Wirkungen entfaltet. Die freie Säure ist Salzsäure, nebenher auch Essigsäure. Ja, in dem Magen körnerfressender Vögel finden sich vielleicht Spuren von Flusssäure. Die Stärke und Menge der abgesonderten Säure ist abhängig von der Art der Ernährung. Cohärente und stark reizende Substanzen wie Pfefferkörner liefern am meisten Säure. Demzufolge „wurde das Lacmus am meisten geröthet durch Fleisch, gekochtes Eiweiss, Faserstoff, Kleber, Gerste und Welschkorn. Dagegen war die Röthung um so geringer, je weniger cohärent und je leichter löslich die Nahrungsmittel

waren. So wurde das Lacmus wenig geröthet durch flüssiges Eiweiss und Zucker“ (2 Auflage. Bd. 2 S. 206).

Des Weiteren wird die Art und Weise untersucht, in welcher sich die verschiedenen Nahrungsmittel (Fleisch, Gerste, Milch, flüssiges Eiweiss u. s. w.) verflüssigen, und der Nahrungswerth verschiedener Stoffe wie Gerste, Gummi, Zucker, Stärkemehl geprüft.

Worin das Wesen des Verdauungssaftes liegt, ist natürlich auch diesen Forschern unbekannt. Sie sehen nur, dass er gewisse Stoffe wie Gerste, Fleisch und Knochen auflöst, und schreiben diese lösende Kraft der Magensäure zu, die auch die Milch zum Gerinnen bringe. Das Wort „Pepsin“ war damals noch nicht geschrieben. Die bekannte Arbeit von Schwann[1]), dem Entdecker des Pepsins, erschien erst fünf Jahre nach Tiedemann's und Gmelin's Versuchen, im Jahre 1836. —

Ueber den Pepsingehalt des Vogelmagens sind, soviel ich weiss, nur ganz gelegentliche Untersuchungen angestellt worden. Wilczewski[2]) hat in Heidenhain's Institut einige Versuche über die verdauende Kraft des Taubenmagens angestellt, indem er die Schleimhaut des Drüsen- und Muskelmagens mit 0,2 %iger Salzsäure (1:20) 20 Stunden extrahirte und mit dem filtrirten Extracte Albumin (gekochtes, zerkleinertes Hühnereiweiss) zu verdauen versuchte. Je 10 g des Filtrates wurden mit 20 ccm 0,1 %iger Salzsäure gemischt und 1 g Albumin in die Mischung gelegt. Nach 4—5 Stunden war in einer Wärme von 28—30° so gut wie nichts gelöst. Ja, die Salzsäure allein hatte mehr Eiweiss aufgelöst als der künstliche Magensaft, nebenbei bemerkt ein mir unverständliches Ergebniss.

Schliesslich hat, soviel ich wenigstens weiss, nur noch Klug[3]) Untersuchungen über die Verdauung bei Vögeln, insbesondere bei Gänsen, angestellt. Das Wesentliche aus seinen sorgfältigen Untersuchungen, was auf meine Arbeit Bezug hat, dürfte folgendes sein.

Auch Klug nimmt wie ich an (siehe unten), dass in der Speiseröhre der Vögel ein saures peptisches Secret nicht abgesondert wird, sondern nur zufällig vom Magen aus dahin gelangt. Wohl aber ist,

1) Th. Schwann, Müller's Archiv 1836 S. 109.

2) P. Wilczewski, Bau der Magendrüsen. Inaug.-Dissert. Breslau 1870.

3) F. Klug, Beiträge zur Kenntniss der Verdauung bei Vögeln. Aus dem Hauptbericht des II. Intern. Ornith. Congresses. Budapest 1890.

wie Teichmann[1]) zeigte, namentlich der untere Abschnitt der Speiseröhre bei Tauben ziemlich reich an Drüsen, welche allerdings wohl nur indifferenten Schleim absondern. Aus den Drüsenmägen der Gänse dagegen (Klug nennt sie Vormägen) konnte Klug unter allen Umständen mit Salzsäure Pepsin extrahiren.

Ueber die Säurebildung im Vogelmagen äussert Brücke[2]) die Ansicht, dass dieselbe nicht erst auf der Oberfläche, sondern bereits in der Tiefe der „flaschenförmigen" Drüsen, wie er sich ausdrückt, gebildet werde. Denn wenn man die Oberfläche von dem Drüsenmagen eines Huhnes oder einer Gans durch in Wasser aufgeschwemmte Magnesia usta neutralisirt, so ist die innere Höhlung dieser flaschenförmigen, mit dem Auge gut sichtbaren Drüsen doch stark sauer.

Diese Thatsache führt mich unmittelbar, bevor ich die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen berichten kann, zu einigen anatomischen Vorbemerkungen über den Vogelmagen.

B. Anatomische Bemerkungen.

Ich habe mich selbstverständlich, soweit es mir irgend möglich war, über den Bau des Magens derjenigen Vögel zu unterrichten bemüht, welche ich zu meinen Versuchen verwendete, sowohl durch anatomische Zergliederung, als auch durch mikroskopische Präparate, theils durch solche, welche ich selbst anfertigte, theils namentlich durch andere, die mir Herr Professor Grützner zur Verfügung stellte. Bei der Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit habe ich selbst nur wenige mikroskopische Untersuchungen an dem Vogelmagen anstellen können.

Die Literatur über den Bau des Vogelmagens ist eine überaus umfangreiche. Sie findet sich mit bewunderungswürdigem Fleisse zusammengestellt in dem Lehrbuche von Oppel[3]), auf das ich hiermit verweise. Die Hauptsache dürfte das Folgende sein.

Die Speiseröhre vieler Vögel hat eine besondere Erweiterung, einen Kropf, in welchem, namentlich bei den körnerfressenden

1) M. Teichmann, Der Kropf der Taube. Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. 34 S. 235. 1899.

2) E. Brücke, Vorlesungen und Physiologie Bd. 1 S. 292. Wien 1874.

3) A. Oppel, Lehrbuch der vergl. mikrosk. Anatomie der Wirbelthiere. Erster Theil: Der Magen. S. 150 ff. Jena 1896.

Vögeln, die Nahrung längere Zeit verharrt, um erweicht zu werden. Es ist wohl wesentlich der Mundschleim, der diese Erweichung zur Folge hat; nur ausnahmsweise wird auch von dem Kropfe selber, wie schon Hunter[1]) beschrieben und Hasse[2]) weiter verfolgt hat, ein Secret abgesondert, das aus verfetteten Epithelzellen besteht und geronnener Milch gleicht. Diese „Kropfmilch" wird (wie es scheint, wesentlich von der männlichen Taube) in der Brutzeit gebildet und den Jungen mit der andern Nahrung einverleibt. Die Angabe früherer Forscher (Spallanzani, dann Tiedemann und Gmelin), dass auch im Kropfe oder in der Speiseröhre eine saure, verdauende Flüssigkeit abgesondert werde, dürfte auf rückläufigen Bewegungen des Mageninhaltes beruhen, die man sehr häufig, namentlich, wenn Körper in der Speiseröhre festgehalten werden, beobachten kann. Auch Tiedemann und Gmelin[3]) finden gelegentlich dieses saure Secret im Kropfe nur in den unteren, dem Magen nahe gelegenen Abschnitten seines Inhaltes.

In gleichem Sinne äussert sich schliesslich Teichmann[4]), der in Heidenhain's Institute den Kropf der Taube anatomisch und physiologisch genau untersuchte. Ausser schlauchförmigen Schleimdrüsen, welche namentlich im unteren Abschnitt der Speiseröhre anzutreffen sind, enthält er keine anderweitigen drüsigen Apparate. Die Spuren von Pepsin, die man aus dem Oesophagus extrahiren kann, stammen aus dem Magen, die Säure theils ebendaher, theils entsteht sie durch Gährung des mehligen Inhaltes.

An den unteren Oesophagus schliesst sich der Drüsenmagen an, dessen Bau ein recht verwickelter ist. Sicher ist Folgendes. (Ich verweise wiederum betreffs aller Einzelheiten auf Oppel.) Jene oben erwähnten flaschenförmigen oder rundlichen Gebilde, welche ein bis mehrere Millimeter gross sind, stellen zusammengesetzte Drüsen dar, die einen mittleren Hohlgang oder Hohlraum haben, in welchen grosse Mengen der kleineren, meist schlauchförmigen, einfachen Drüsen unter verschiedenen Winkeln von allen Seiten her einmünden. Dieselben sind nur mit einer Art

1) J. Hunter, Observ. on certain parts of the anim. oeconomy. London 1786.

2) C. Hasse, Oesophagus der Tauben und Secretion des Kropfes. Zeitschr. für rat. Medicin Bd. 23 S. 101. 1865.

3) l. c. Bd. 2 S. 202 ff.

4) M. Teichmann, l. c.

von Zellen bekleidet, welche, worauf auch besonders Klug[1]) mit Recht hinweist, also sowohl die Säure wie das Ferment liefern, wie dies z. B. auch bei den meisten Lurchen (siehe S. 2) stattfindet (vgl. Oppel Fig. 159, S. 188 und Fig. 175, S. 210 und C. Hasse in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 28 Tafel I, Fig. 1). Neben diesen eigentlichen Drüsenzellen finden sich noch, von der Oberfläche her eindringend, andere, offenbar Schleim bereitende Epithelzellen, die verschieden tief in die zusammengesetzten Drüsen hinabreichen.

Der Muskelmagen, welcher auf den Drüsenmagen folgt und bei den körnerfressenden Vögeln so Gewaltiges leistet, ist ganz anders gebaut. Auf mehr oder weniger stark entwickelten Muskellagen befindet sich eine Schicht schlauchförmiger Drüsen, welche jenes merkwürdige, zu einer hornartigen Masse erstarrende Secret absondern. Man kann diese Schicht bekanntlich bei körnerfressenden Vögeln leicht im Ganzen abziehen (s. C. Hasse l. c. Tafel II, Fig. 6, und A. Oppel l. c. Fig. 163—167, S. 196).

Auf einen Punkt sei aber ganz besonders hingewiesen, weil er sich, worauf mich Herr Prof. Grützner besonders aufmerksam machte, wohl in der ganzen Wirbelthierreihe beobachten lässt, das ist der merkwürdige und absonderlich erscheinende Umstand, dass die Nahrungsmittel erst dem Magensafte und dann den zermalmenden oder drückenden Kräften ausgesetzt werden, während das Umgekehrte einem natürlicher erschiene. Am deutlichsten ist es bei den meisten Vögeln; aber auch bei den verschiedensten kalt- und warmblütigen Wirbelthieren, z. B. vom Menschen bis zum Frosch, ist der Ausgang des Magens, die regio pylorica, stets die muskelkräftigste. Ehe also die Nahrungsmittel in den Darm gelangen, werden sie durchweg starken Druckwirkungen ausgesetzt[2]).

---

1) F. Klug, s. o. Dass unter ganz besonderen Umständen (z. B. acutem Fieber), wie Kupffer (Epithel und Drüsen des menschlichen Magens, München 1883) findet, die Belegzellen aus dem menschlichen Magen völlig verschwinden und nur eine Zellenart den allerdings wohl krankhaft veränderten Magensaft absondert, ist ein ganz eigenartiger, sicher nicht physiologischer Vorgang.

2) Vgl. Moritz, Studien über die motor. Thätigkeit des Magens. Zeitschr. f. Biologie Bd. 32 S. 313. 1895 u. W. B. Cannon, The movements of the stomach etc., Americ. Journal of physiol. Vol. 1, p. 359, 1898.

C. Eigene physiologische Untersuchungen.

a) An körnerfressenden Vögeln.

Da, soviel mir bekannt, methodische Untersuchungen über den Pepsin- bezw. Propepsin-(Pepsinogen-)gehalt des Vogelmagens noch nicht angestellt worden sind, war meine Aufgabe, zu untersuchen 1. wie verhält sich der Pepsingehalt des Vogelmagens überhaupt? 2. wie verändert er sich während der Verdauung?

Die meisten Versuche stellte ich an Tauben an. Sie wurden durch Abschneiden des Kopfes getötet, hierauf wurde ihr Magen blossgelegt, aufgeschnitten und der gesammte Drüsenmagen, nachdem man meistens ein einige Millimeter breites Band seiner ganzen Länge nach abgeschnitten und behufs mikroskopischer Untersuchung in concentrirte Sublimatlösung oder absoluten Alkohol gelegt hatte, sorgfältig von seinem Inhalte durch Abwischen oder leichtes Abspülen befreit und, die Schleimhautfläche nach oben, auf Fliesspapier gespannt. Manchmal wurde die Muscularis so gut wie möglich entfernt. Dann wurde er bei etwa 40° C. getrocknet und in Gläschen zur Untersuchung aufbewahrt. Der Muskelmagen wurde entleert und in ähnlicher Weise gesäubert. Seine Hornschicht wurde abzogen und ebenfalls getrocknet.

Diese getrockneten Häute wurden mit einer Scheere fein zerkleinert und gleiche Gewichtstheile von ihnen mit Salzsäure von 1 ‰ ausgezogen. Mit den so gewonnenen Extracten machte ich nach der Methode von Grützner[1]) quantitative Bestimmungen über das aus ihnen ausziehbare Pepsin. Ich bediente mich wie Grützner zur Abschätzung der Verdauungskraft einer Scala von verschieden starken Carminlösungen, deren hellste eben röthlich gefärbte mit 1, deren dunkelste mit 10 bezeichnet war, und beobachtete die von Grützner für die Ausführung seiner Methode vorgeschriebenen Regeln[2]).

---

1) P. Grützner, Neue Untersuchungen über die Bildung und Ausscheidung von Pepsin. Breslau 1875.

2) Die Behauptung, man könne das mit Carmin gefärbte Fibrin, weil es in der Säure allein seinen Farbstoff verliere, nicht zu quantitativen Bestimmungen des Pepsins benutzen, ist nicht zutreffend. Es ist allerdings richtig, dass, wenn die Salzsäure 24 Stunden und länger auf das gefärbte Fibrin einwirkt, sie dem-

Ich lasse nun die Einzelheiten einiger Versuche folgen und bemerke, dass viele von ihnen wiederholt und noch in anderer Weise combinirt wurden, als dies im Folgenden mitgetheilt werden soll. Gleich der erste orientirende Versuch lieferte sehr bestimmte Ergebnisse.

Versuch 1.

Eine Taube („Hungertaube") hungert seit 48 Stunden[1]), Kropf und Magen leer; im Muskelmagen, dessen Innenfläche dunkelgrün gefärbt ist, finden sich kleine Steinchen. Der Inhalt der oberen Därme ist von gelber Farbe.

Eine zweite Taube („Fresstaube") hungert eben so lange und erhält hierauf Gerste, von der sie fressen kann, so viel sie will. Nach einigen Stunden wird sie getödtet. Kropf zum Platzen gefüllt. Muskelmagen enthält ausser den bekannten Steinchen, die ich regelmässig beobachtet habe, ganz und halb verdaute Gerste. Seine Schleimhaut ist gelbgrün. Die oberen Darmabschnitte mit gelblichem Brei erfüllt, die unteren leer.

Gleich grosse Stücke (je 0,02 g) der getrockneten und zerkleinerten Schleimhäute vom Drüsen- und Muskelmagen werden mit 10 ccm HCl 0,1 % extrahirt, filtrirt und je 1,0 ccm des Filtrates zu 15 ccm HCl von 0,1 % und gleichen Mengen gefärbten Fibrins (etwa je 2 ccm) zugefügt. Der Versuch beginnt 4^h 45′. Es ergibt sich:

Zeit	Drüsenmagen (*Dr.M.*)		Muskelmagen (*M.M.*)		HCl allein
	Hungertaube *H.*	Fresstaube *Fr.*	*H.*	*Fr.*	
5^h	0—1	0	0	0	0
5^h 5′	2	0—1	0	0	0
5^h 15′	4	1	0	0—1	0
5^h 25′	6—7	1	0—1	1	0
5^h 35′	9	1—2	0—1	1—2	0
5^h 45′	10	1—2	0—1	2	0

Die Salzsäure entzog also der Magenschleimhaut der hungernden Taube eine überhaupt bedeutende und viel grössere Menge von Pepsin als dem Magen der Fresstaube. Die Schleimhaut, d. h. Hornschicht des Muskelmagens enthielt so gut wie kein Pepsin, eine Spur bleibt natürlich, namentlich bei der Fresstaube, an der Schleimhaut haften.

Versuch 2.

Eine Taube (2) hungert 45 Stunden und wird dann mit Gerste gefüttert. Nach kurzer Zeit ist ihr Kropf prall gefüllt. Das Futter wird ihr hierauf, wie bei

selben ein wenig Farbstoff entzieht, der im Uebrigen durch die Säure verändert worden ist. Er hat nämlich eine mehr gelbrothe Farbe. Innerhalb der für Verdauungsversuche nöthigen Zeit bleibt aber die Salzsäure vollständig farblos, wie auch alle meine Versuche zeigten.

1) 24 Stunden nach reichlicher Fütterung enthält der Kropf noch mehr oder weniger Futter, wie unter Anderen auch Tiedemann und Gmelin angeben.

allen in ähnlicher Weise gefütterten Tauben weggenommen. 2 Stunden nach der Fütterung wird sie getödtet. Verdauung mässig vorgeschritten. Schleimhaut des Drüsenmagens deutlich gefleckt; Muskelmagen enthält viel halbverdaute Gerste. Darminhalt stark schleimig.

Eine zweite Taube (6) hungert 41 Stunden, erhält hierauf Gerste, wird wie (2) behandelt und 6 Stunden nach der Fütterung getödtet. Verdauung weiter fortgeschritten.

Die Salzsäureextracte (0,3 g trockene Schleimhaut + 10 ccm HCl 0,1 %) zugleich verglichen mit einem in gleicher Art hergestellten Extracte einer Hungertaube (*H*) zeigen folgende verdauende Kraft (Beginn des Versuches 4^h 30′):

Zeit	*Dr.M.* 2	*Dr.M.* 6	*M.M.* 2	*M.M.* 6	*Dr.M. H.*	HCl allein
4^h 40′	0	0	0	0	1	0
5^h 15′	0—1	0	0	0	4	0
5^h 25′	0—1	0	0	0	5	0
6^h 45′	2—3	1—2	0	0	9	0
7^h 15′	3	1—2	0	0	> 10	0

Bei Weitem das meiste Pepsin entzog also die Salzsäure dem Magen des Hungerthieres. Viel weniger Ferment enthielten die Mägen der beiden gefütterten Tauben, und zwar am wenigsten derjenige, der sich nach etwa 6 Stunden auf der Höhe der Verdauung befand.

Versuch 3.

Um eine ungefähre Vorstellung zu haben, wie sich der Pepsingehalt eines Taubenmagens zu dem eines anderen Thieres verhält, stellte ich unter möglichst gleichen Bedingungen einen Verdauungsversuch mit einem Pepsin-Glycerinextracte eines Kaninchenmagens an, und zwar, um gleich die Genauigkeit der Methode bezw. meine Fähigkeit, sie zu handhaben, zu prüfen, immer mit je zwei gleichen Mengen.

Gläschen 1 und 2 enthielt nämlich 0,1 ccm Glyc.-Extr. + 15 ccm HCl
„ 3 „ 4 „ „ 0,2 „ „ + 15 „ „
„ 5 „ 6 „ „ 0,4 „ „ + 15 „ „
„ 7 „ „ 0,0 „ „ + 15 „ „

Der Versuch begann 3^h 10′. Es zeigte sich:

Zeit	Gl. 1	Gl. 2	Gl. 3	Gl. 4	Gl. 5	Gl. 6	Gl. 7
3^h 15′	0—1	0—1	1—2	1—2	3	3	0
3^h 20′	1	1	3	3	5—6	5—6	0
3^h 25′	1—2	1—2	4	4	8	8	0
3^h 30′	3	3	6	6	10	10	0
3^h 35′	4—5	4—5	8	8	10	10	0
4^h 00′	4—5	4—5	9	9	10	10	0
4^h 30′	5	5	10	10	völlig verdaut		0

Die aus einem Taubenmagen unter günstigen Umständen extrahirbaren Mengen von Pepsin sind geringer als die unter ähnlichen Bedingungen aus einem Kaninchenmagen extrahirbaren, wobei aber zu berücksichtigen ist, dass gleiche Gewichtstheile eines Taubenmagens vielmehr fremdes Gewebe, wie Muskeln, Bindegewebe u. s. w. enthalten als die abpräparirte Schleimhaut des Kaninchenmagens.

Versuch 4.

Eine Taube (1) hungert 41 Stunden, wird in üblicher Weise gefüttert und 1 Stunde nachher getödtet. Drüsenmagen röthlich.

Eine zweite Taube (6) hungert ebenso lange und wird 6 Stunden nach der Fütterung getödtet. Sektionsbefund: in Kropf, Magen und Darm nichts Besonderes.

Die Extracte ergeben (Beginn des Versuches 4^h 45′):

Zeit	*Dr.M.* 1	*Dr.M.* 6	*M.M.* 1	*M.M.* 6	HCl allein
5^h 20′	0 1	0	0	0	0
5^h 30′	1	0—1	0	0	0
5^h 40′	2	0—1	0	0	0
5^h 50′	3	0—1	0	0	0
6^h 00′	4—5	1	0	0	0
6^h 10′	5	1	0	0	0

Am nächsten Tage war das Fibrin von *Dr.M.* 1 ganz verdaut, in *Dr.M.* 6 nur etwa zur Hälfte.

Das Ergebniss dieses Versuches ist demjenigen von Versuch 2 sehr ähnlich. Die Magenschleimhaut auf der Höhe der Verdauung ist ausserordentlich arm an Pepsin. Sie verliert das im Hungerzustande reichlich angesammelte Pepsin beziehungsweise Propepsin ziemlich schnell.

Versuch 5.

Eine 48 Stunden hungernde Taube (48) wird getödtet. Kropf und Magen ausser den Steinchen leer. Schleimhaut d. h. Hornschicht des Muskelmagens grün. Oberer Theil des Dünndarms enthält wenig gelbliche, unterer Theil grüne Flüssigkeit. Drüsenmagen röthlich.

Eine zweite, ebenso lange hungernde Taube (7) wird 7 Stunden nach der Fütterung getödtet. Kropf und Magen in üblicher Weise gefüllt. Die Verdauungsextracte geben folgende Farben (Beginn des Versuches 3^h 30′):

Zeit	*Dr.M.* 48	*Dr.M.* 7	HCl allein
3^h 50′	0—1	0	0
4^h 00′	2	0	0
4^h 10′	3—4	0—1	0
4^h 20′	5	1	0
4^h 30′	6—7	2	0
4^h 40′	8—9	2—3	0
4^h 50′	10	3—4	0

Die Oberhaut des Muskelmagens enthielt kein Pepsin; der Inhalt des Muskelmagens der Fresstaube (mit HCl ausgezogen) enthielt nur Spuren von Pepsin, derjenige der Hungertaube dagegen keines.

Die Magenschleimhaut des hungernden Thieres ist wiederum viel reicher an Ferment als diejenige des in lebhafter Verdauung begriffenen.

Versuch 6.

Eine Taube (3) hungert 48 Stunden, wird dann mit Gerste gefüttert und 3 Stunden darauf getödtet. Kropf voll und Magen wie immer mit Steinchen und halb verdautem Futter erfüllt.

Eine zweite (10) hungert ebenso lange und wird 10 Stunden nach der Fütterung getödtet. Der Kropf ist leer, Mageninhalt ganz verdaut. Die Salzsäureextracte ergeben folgende Verdauungskraft (Beginn des Versuches 4^h 20′):

Zeit	*Dr.M.* 3	*Dr.M.* 10	HCl allein
4^h 30′	0—1	0—1	0
4^h 40′	1	0—1	0
4^h 50′	1—2	1—2	0
5^h 10′	4	3	0
5^h 20′	5—6	4	0
5^h 30′	7	5	0
5^h 40′	8	6	0
5^h 50′	9—10	7	0

Die Hornschicht des Muskelmagens enthält kein oder so gut wie kein Pepsin. Sie wurde in den späteren Versuchen nicht mehr untersucht.

Der Versuch zeigt ein ganz ähnliches Ergebniss wie Versuch 2 und 4. 10 Stunden nach einer reichlichen Fütterung hat der Magen noch lange nicht seinen grössten Pepsingehalt wieder erreicht, wenn auch die Magenverdauung nahezu vollendet ist.

Versuch 7.

Eine Taube (11) hungert 50 Stunden und wird 11 Stunden nach der Fütterung getödtet. Inhalt des Muskelmagens ganz verdaut. Drüsenmagen roth.

Eine zweite ($2^1/_2$) hungert ebenso lange und wird $2^1/_2$ Stunden nach der Fütterung getödtet.

Die Extracte, von denen dieses Mal nur 0,5 ccm zu 10 ccm HCl und Fibrin verwendet wurde, ergaben Folgendes (Beginn des Versuches 11^h 45′):

Zeit	*Dr.M.* 11	*Dr.M.* $2^1/_2$	HCl allein
12^h 35′	0—1	0	0
12^h 45′	1	0	0
12^h 55′	1—2	0—1	0
2^h 00′	3—4	1—2	0
5^h 00′	8—9	4	0

Die Verdauung ging hier sehr langsam vorwärts, weil die Pepsinmengen in beiden Magen sehr geringfügig waren. Der Magen der Taube, die 11 Stunden

nach der Fütterung getödtet worden war, enthielt abweichend von dem vorigen Versuch etwas mehr Pepsin als der Magen der nach 2½ Stunden getödteten. Nach der zehnten Stunde der Verdauung scheint also die Neubildung von Pepsin in der Magenschleimhaut zu beginnen, falls nicht hier zufällige geringe individuelle Verschiedenheiten vorliegen, auf die man selbstverständlich immer gefasst sein muss.

Versuch 8.

Eine Taube (50) hungert 50 Stunden. Kropf leer; Magen, dessen Saft stark sauer reagirt, enthält nur einige Steinchen.

Eine zweite Taube (6) hungert ebenso lange und wird 6 Stunden nach der Fütterung getödtet.

Die Extracte, zu denen diesmal mehr Schleimhaut (nämlich 0,1 g : 10 ccm HCl) verwendet wird, zeigen die bekannten Unterschiede (Beginn des Versuches 11^h 5′):

Zeit	*Dr.M.* 6	*Dr.M.* 50	HCl allein
11^h 10′	0	0—1	0
11^h 15′	0	1—2	0
11^h 20′	0—1	3—4	0
11^h 25′	1	6	0
11^h 30′	1—2	7—8	0
11^h 35′	2—3	8—9	0
11^h 40′	3—4	10	0

Die Verdauung schreitet namentlich beim Hungermagen sehr schnell voran. Der Unterschied ist der bekannte.

Ich habe noch mehrere derartige Versuche angestellt, auch die Magenschleimhäute mit Glycerin ausgezogen und, um möglichst gleichartig experimentiren zu können wie in den oben angeführten Versuchen, immer nur je zwei Tauben miteinander verglichen. Die Ergebnisse waren stets übereinstimmend. Aber auch als ich in grösseren Versuchen die Extracte von mehreren der oben erwähnten Taubenmagen unter einander verglich, zeigte sich ausnahmslos, dass die Magenschleimhaut einer hungernden Taube das meiste Pepsin (bezw. Propepsin[1]) enthält. Während der Verdauung wird dasselbe ausgestossen und gelangt in den Magensaft. Hierdurch verarmt die Magenschleimhaut mehr und mehr an Pepsin und ist nach etwa 6—8 Stunden der Verdauung am ärmsten daran. Dann beginnt wieder, wenn die Verdauung beendet ist, ganz allmälig eine Neubildung von Pepsin. Die Schleimhaut des Muskelmagens bildet kein Pepsin. Etwaige Spuren stammen aus dem Drüsenmagen.

1) Auf eine Unterscheidung beider Stoffe liess ich mich nicht näher ein.

Es wird die Bemerkung nicht überflüssig sein, dass nach den Untersuchungen von Grützner[1]) ganz ähnliche Verhältnisse in der Magenschleimhaut des Hundes aufgefunden worden sind. Auch hier sammelt sich im Hungerzustande das Pepsin in Form von Propepsin in den Drüsen (hier speciell in den Hauptzellen) an und wird während der Verdauung ausgeschieden. Jedenfalls kann man aus der Magenschleimhaut eines Hundes, der sich in der Verdauung befindet, — unter sonst gleichen Bedingungen — viel weniger Pepsin herausziehen als aus dem Magen eines Hungerthieres. Bei den Tauben ist der Unterschied noch bedeutend grösser.

Nach den Untersuchungen von Langley[2]) sind die Hauptzellen derjenigen Magen, welche viel Pepsin hergeben, reich an kleinen Körnchen, die bei der Secretion ausgestossen werden. Hierdurch werden die Hauptzellen ärmer an diesen Körnchen (die wesentlich aus Propepsin bestehen dürften) und viel heller und durchsichtiger. Man sieht dies am besten an frischen, ohne irgend welches Reagens untersuchten Magendrüsen.

Es interessirte mich nun, ob auch in den Drüsenzellen des Taubenmagens ähnliche Verhältnisse festzustellen wären. Da diese Zellen überhaupt immer körnig sind, ist ein Unterschied schwerer zu ermitteln; doch waren meistens in den Drüsenzellen des Hungerthieres mehr Körnchen als in denjenigen der in voller Verdauung begriffenen Thiere. Ausnahmen kamen indessen vor.

Ferner waren die Hohlräume in den zusammengesetzten Drüsen bei den gefütterten Thieren durchschnittlich grösser; sie waren wohl durch das abgesonderte Secret ausgedehnt. Bei den Hungerthieren waren diese Hohlräume auf ein kleinstes Maass zusammengeschrumpft.

Nebenher sei erwähnt, dass ich von körnerfressenden Vögeln auch noch Hühner untersuchte und einige Versuche mit ihnen anstellte. Mitgetheilt sei das Folgende:

Versuch 9.

Ein altes Huhn (53) wird nach 53stündigem Hungern getödtet. Im Drüsenmagen geringe Futterüberreste, im Muskelmagen ausser Steinen und Glasstückchen auch noch Futterüberreste. Därme leer.

---

1) l. c. (s. o.) S. 40 ff.

2) J. N. Langley, Changes in pepsinform. glands. Journal of Physiology vol. 2 no. 4 p. 281, 1879—80 und von demselben: Histol. of the Mam. Gastric Glands. Ebenda vol. 3 no. 3 p. 269, 1880/82.

Ein zweites ebensolches Huhn (6) hungert 48 Stunden und wird 6 Stunden nach reichlicher Fütterung getödtet. Drüsenmagen röthlich. Kropf, Muskelmagen, Därme mit dem bekannten Inhalte erfüllt.

Das Extract des Hungerthieres verdaute ganz wie bei den Tauben viel lebhafter als das des gefütterten.

b) Verdauung bei fleischfressenden Vögeln.

Ich wende mich nun zu den Versuchen, die ich an fleisch- oder wenigstens nicht körnerfressenden Vögeln angestellt habe. Die Zahl dieser meiner Versuche ist, weil ich mir nur ausserordentlich schwierig passendes Material verschaffen konnte, gering, aber, wie ich glaube, doch beweisend, da auch sie im Wesentlichen ganz dasselbe ergeben wie die Versuche an den Tauben.

Versuch 10.

Eine junge, vorher möglichst gut gefütterte Krähe (24) hungert 24 Stunden. Hierauf wird sie getödtet. Magen leer; Schleimhaut des Muskelmagens gelb; er enthält keine Steine.

Eine ebensolche Krähe (2) wird nach der gleichen Hungerzeit mit Fleischstückchen gefüttert und 2 Stunden danach getödtet. Magen enthält das Fleisch ein wenig verdaut. Es ist von Galle gelb gefärbt.

Je 0,04 g getrocknete Drüsenmagenschleimhaut und 0,06 g Muskelmagenschleimhaut werden mit 10 ccm HCl 0,1 % ausgezogen. 0,5 ccm der beiden ersten (Drüsenmagen-) und 1,0 ccm der beiden letzten (Muskelmagen-)Extracte werden zu 15 ccm HCl und gefärbtem Fibrin hinzugefügt. Beginn des Versuches $11^h\ 45'$.

Zeit	*Dr.M.* 24	*Dr.M.* 2	*M.M.* 24	*M.M.* 2	HCl allein
$12^h\ 10'$	0—1	0—1	0	0	0
$12^h\ 15'$	1	0—1	0	0	0
$12^h\ 20'$	1—2	1	0	0	0
$12^h\ 30'$	3—4	1—2	0	0	0
$12^h\ 40'$	6—7	2—3	0	0	0
$12^h\ 50'$	9	3—4	0	0	0
$1^h\ 00'$	10	4	0	0	0

Also auch bei diesen Vögeln gab die Schleimhaut des hungernden Magens viel mehr Pepsin an die extrahirende Salzsäure ab als diejenige des in der Verdauungsarbeit begriffenen.

Ein zweiter ähnlicher Versuch ergab die nämlichen Verhältnisse; und als ich — in Ermangelung gleicher Vögel — den Magen einer hungernden Krähe mit demjenigen einer Elster verglich, die $3^1/_2$ Stunden nach einer Fütterung mit Fleisch getödtet wurde, erhielt ich die nämlichen Verhältnisse, wie folgender Versuch des Genaueren zeigt.

Versuch 11.

Junge, 24 Stunden hungernde Krähe (24) wird getödtet. Magen und Darm leer.

Junge Elster ($3^1/_2$) hungert ebenso lange. Dann erhält sie Fleisch. $3^1/_2$ Stunden nach der Fütterung getödtet. Magen enthält das Fleisch wenig verdaut. Därme mit gelber Flüssigkeit erfüllt.

Die Extracte, wie bei den Tauben aus den Drüsenmagen dargestellt, ergeben folgende Färbungen (Beginn des Versuches 11^h 00′):

Zeit	*Dr.M.* 24	*Dr.M.* 6	HCl allein
11^h 50′	0—1	0	0
12^h 00′	1	0	0
12^h 10′	1—2	0	0
12^h 30′	3—4	0	0
1^h 00′	6	2—3	0
1^h 30′	10	5	0

Leider war es mir nicht möglich, Versuche an Vögeln anzustellen, die wie die Raubvögel einen durchweg „häutigen" Magen haben, wie Spallanzani sich ausdrückt. Wahrscheinlich herrschen auch bei diesen Thieren dieselben Gesetzlichkeiten.

c) Versuche über das Pankreas der Vögel.

Welch' ausserordentliche Bedeutung das Pankreas bei Vögeln, insonderheit körnerfressenden, für den Vorgang der Verdauung hat, wusste schon Cl. Bernard[1]); denn er findet, dass Zerstörung oder Entfernung der Drüse eine tödtliche Operation ist. Die Thiere, welche die Operation als solche ganz gut ertragen, können keine Stärke mehr verdauen. Ihr Koth ist reich an Stärke, und trotzdem sie weiter fressen, magern sie schnell ab und gehen nach zehn bis zwölf Tagen zu Grunde.

Langendorff[2]) hat in einer höchst interessanten Arbeit die Folgen der Unterbindung der Pankreasgänge bei Tauben (sie haben deren 2—4) untersucht und findet im Wesentlichen ganz dasselbe wie Cl. Bernard nach Zerstörung der Drüse. Namentlich macht er auf die ungeheure Gefrässigkeit der operirten Tauben (deren

1) Cl. Bernard, Mémoire sur le pancréas etc. Acad. des Sciences, Supplément aux Comptes rendus t. 1. 1856.

2) O. Langendorff, Versuche über die Pankreasverdauung der Vögel. Archiv f. (Anatomie und) Physiologie 1879 S. 1.

Pankreas offenbar auch zu Grunde geht) aufmerksam. Sie sterben trotzdem Hungers, da sie keine Stärke mehr verdauen. Wahrscheinlich leidet auch die Verdauung der Eiweisskörper und Fette. Gibt man den Thieren daher anstatt Stärke mässige Mengen von Zucker, der nicht weiter zersetzt zu werden braucht, so kann man das jähe Sinken des Körpergewichtes etwas aufhalten und den Tod der Thiere hinausschieben.

In dem Bauchspeichel selbst konnte Langendorff alle drei Fermente nachweisen, namentlich kräftig fand er das Stärke und Fett verdauende. Das Eiweiss verdauende war viel schwächer als z. B. beim Hunde.

Versuche mit Extracten aus der Bauchspeicheldrüse hat Langendorff, so viel ich weiss, nicht angestellt; wohl aber liegen derartige Untersuchungen vor von Klug[1]), welcher sich „künstlichen" Pankreassaft von Gänsen herstellte und fand, dass derselbe Eiweiss und Leim verdaute, Stärke verzuckerte, auf Fett aber kaum und auf Milch gar nicht wirksam war. Extrahirt man eine Bauchspeicheldrüse zwei Mal hintereinander mit salicylsäurehaltigem Wasser, so enthält das zweite Extrakt nur das Leimferment[2]), wesshalb Klug das Leimferment als ein von dem Eiweissferment verschiedenes ansieht.

Ich habe nun auch an einer grösseren Anzahl körnerfressender Vögel — so namentlich Tauben — Versuche angestellt über den Fermentgehalt der Bauchspeicheldrüse, welche bekanntlich als ein mächtiges Organ[3]) in einer Schlinge des Duodenums eng eingebettet liegt. Sie ist entweder beinahe weiss und völlig undurchsichtig oder röthlich durchscheinend.

Ich suchte mir natürlich auch hier möglichste Einsicht in den feineren Bau dieses Organs zu verschaffen, wozu mir namentlich die von Herrn Prof. Grützner zur Verfügung gestellten mikroskopischen Präparate dienten. Sie stammten alle von den oben erwähnten Tauben.

Indem ich betreffs des Baues des Pankreas in erster Linie auf

---

1) l. c. S. 11 ff.

2) Siehe weiter unten unter Dastre.

3) Nach Bidder und Schmidt (Verdauungssäfte und Stoffwechsel, 1852, S. 258) beträgt das Gewicht des Pankreas beim Kaninchen $^1/_{600}$, nach Langendorff (l. c. S. 2) bei Tauben $^1/_{87}$ bis $^1/_{125}$ des Körpergewichts.

die eingehende kritische Zusammenstellung von v. Ebner[1]) sowie ferner auf die sorgfältige, auch die gesammte Literatur berücksichtigende Arbeit von Pischinger[2]) und schliesslich auf eine kürzlich erschienene Arbeit von V. Diamare[3]) hinweise, möchte ich hier nur kurz mittheilen, dass ich bei meinen nur nebenher angestellten Untersuchungen wesentlich Neues über den Bau dieser Drüse bei Vögeln nicht gefunden habe. Ich erwähne Folgendes:

Das Pankreas der Taube besteht aus ganz ähnlichen, aber viel kleineren Zellen als z. B. das des Hundes. Alle Zellen haben einen inneren mehr oder weniger gefärbten und einen äussern sich besser färbenden mehr durchscheinenden Abschnitt. Häufig trifft man auf Bilder, welche ganz denjenigen gleichen, welche Heidenhain in seiner Figur 1 und 3 (Beiträge zur Kenntniss des Pankreas in Pflüger's Archiv, Bd. 10, S. 557) abbildet, d. h. die inneren Abschnitte der Zellen sind ausserordentlich gross und wenig gefärbt, die äusseren verhältnissmässig klein und stark gefärbt. Dann wieder erhält man auch Bilder, in denen die inneren Zonen auf ein ganz kleines Ausmaass zusammengeschrumpft sind oder nahezu verschwunden zu sein scheinen, ähnlich wie die Figur 4 in Heidenhain's eben citirter Arbeit es zeigt. Schliesslich finden sich Mittelstufen.

Die zweiten Formen mit den kleineren Innenzonen fanden sich mehr, aber keineswegs immer bei den Tauben, welche gefüttert worden waren. Am grössten sah ich die inneren Abschnitte der Zellen bei einer Hungertaube. Im Uebrigen betrachte ich diese Untersuchungen als noch keineswegs abgeschlossen.

Ausserordentlich auffallend sind dann noch die Langerhans'schen Zellcomplexe, jene räthselhaften[4]) Gebilde, die wie helle

---

1) V. v. Ebner in Kölliker's „Handbuch der Gewebelehre des Menschen" Bd. 3, erste Hälfte; 6. Aufl. S. 245 ff. Leipzig 1899.

2) O. Pischinger, Beiträge zur Kenntniss des Pankreas. Inaug.-Dissert. München 1895.

3) V. Diamare, Studii compar. sulle isole di Langerhans del Pankreas; mem. 1ª. Internat. Monatsschrift f. Anatom. u. Physiol. 1899 Bd. 16 Heft 7—9 S. 155—209 (mit Literaturangabe).

4) Da nach den Untersuchungen von Götte (Entwicklungsgeschichte der Unke S. 798 u. 806 ff.) und namentlich von Kupffer (Münchener med. Wochenschrift, 39. Jahrgang, 1892, S. 487 ff.) das Pankreas eine mehrfache embryonale Anlage hat und zusammen mit der Milz in ganz ähnlicher Weise wie diese an-

bläuliche Inseln in dem mit Hämatoxylin dunkelgefärbtem Drüsengewebe fast in jedem Schnitte sich bemerklich machen. Ein Bild von Diamare (s. die oben citirte Arbeit), welches das Pankreas der Schildkröte darstellt, könnte man beinahe für ein Taubenpankreas halten. Es sei desshalb darauf hingewiesen.

Ich lasse nun einige Versuche folgen, in denen stets auch die Magenschleimhäute mit untersucht wurden.

Versuch 12 (betr. die Magenschleimhäute).

Eine männliche Taube (52), 52 Stunden hungernd, wird getödtet, eine zweite (auch männliche) (6) hungert ebenso lange, wird in üblicher Weise gefüttert und 6 Stunden danach getödtet. Die Salzsäureextracte der Magenschleimhäute ergeben folgende Verhältnisse betreffs ihres Pepsingehaltes (Beginn des Versuches 4^h 40′):

Zeit	*Dr.M.* 52	*Dr.M.* 6	HCl allein
4^h 45′	0—1	0	0
4^h 50′	1—2	0	0
4^h 55′	5—6	0—1	0
5^h 00′	6—7	1—2	0
5^h 5′	8—9	2—3	0
5^h 10′	10	3	0

Betreffs des Vorganges der Fermentbildung im Pankreas weise ich auf die oben erwähnten Untersuchungen hin, die Heidenhain[1]) an Hunden angestellt hat und in denen er zeigen konnte, dass in der frischen Drüse nur die Vorstufe des Trypsins vorhanden ist, welche sich aber beim Liegenlassen der herausgeschnittenen Drüse sehr bald in fertiges Ferment umwandelt. Demzufolge liess ich stets gleiche Gewichtstheile der Drüsen einige Stunden stehen, ehe ich sie mit Glycerin extrahirte. Eingehende Untersuchungen über den Gehalt der Drüsen an Vorferment und Ferment anzustellen war ich nicht in der Lage.

Im Einzelnen verfuhr ich in allen wesentlichen Punkten nach den Vorschriften Heidenhain's folgendermaassen[2]): Von den

gelegt und gebildet wird, so sind jene Langerhans'schen Inseln vielleicht derartige versprengte embryonale Drüsenüberreste. Dem Lymphsystem scheinen sie nicht anzugehören.

1) R. Heidenhain, Beiträge zur Kenntniss des Pankreas. Pflüger's Archiv Bd. 10 S. 557, 1875.

2) Kürzlich hat Dastre (Études d. ferments du pankréas. Arch. d. Phys. norm. et path. t. 5 (5) p. 774. Paris 1893) eine einfache Methode angegeben, das proteolytische und amylolytische Ferment des Pankreas von einander zu trennen.

beiden Bauchspeicheldrüsen wurde je 0,8 g 6 Stunden, vor Verdunstung geschützt, stehen gelassen, dann mit einer Scheere in kleine Stücke zerschnitten, mit 10 ccm Glycerin zwei bis drei Tage extrahirt, hierauf filtrirt. Mit diesen Extracten wurden die Versuche angestellt, indem ich 0,2 ccm von ihnen zu 10 ccm Sodalösung (1 %) zusetzte, in welche gleiche Mengen des in derselben Sodalösung gequollenen Fibrins eingelegt waren. Die Verdauung geschah bei 38—40° C.

Schon nach einer Stunde konnte man deutlich die Auflösung des Fibrins in dem Extracte der gefütterten Taube sehen, während in dem der Hungertaube ebensowenig eine Veränderung des Fibrins zu beobachten war wie in dem Controlgläschen, welches nur Fibrin und Sodalösung enthielt.

Also gerade umgekehrt wie in der Magenschleimhaut (s. o.) hatte die Drüse des Hungerthieres bei weitem weniger Ferment bezw. Vorferment als die des in der Verdauung befindlichen. —

Je 0,2 ccm der Extrakte werden zu 10 ccm 2%igem Stärkekleister gesetzt: Das Extract der Hungertaube hat eine viel schwächere diastatische Kraft als das der gefütterten, wie durch die Kali- und die Trommer'sche Probe nachgewiesen wird.

Ganz dieselben Ergebnisse beobachtete ich noch bei vier in gleicher Weise behandelten Tauben sowie bei den oben erwähnten Hühnern. Der Magen des Hungerthieres — ich führe die Versuche nicht im Einzelnen an — gab mir ein sehr fermentreiches, das Pankreas des Hungerthieres ein sehr fermentarmes Extract und umgekehrt. Hieraus kann man also wohl den Schluss ziehen, dass die Ladung des Pankreas mit Vorferment bei einem Thiere, welches

---

Zieht man die Drüse nämlich nur ganz kurze Zeit (15—20 Minuten bei 40° C., 2 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur) mit 0,7%iger NaCl-Lösung aus, so erhält man das amylolytische Ferment; setzt man die Extraction längere Zeit (1—2 Tage) fort (wobei man, um die Fäulniss zu vermeiden, der Kochsalzlösung ein gleiches Volumen von Fluornatrium [2%] zusetzen muss), so erhält man jetzt nur das proteolytische Ferment. Nach längerem (3tägigen) Hungern soll das amylolytische Ferment bei Hunden verschwinden, das andere nicht. Für meine Fragen schien mir die Methode von Heidenhain zweckmässiger. Namentlich vermied ich grundsätzlich die Hinzufügung sog. Antiseptika (Carbolsäure, Salicylsäure, Thymol), da dieselben stets mehr oder weniger die Wirkung der ungeformten Fermente stören. Der Umstand, dass die Lösung des Fibrins bei mir schon in kürzester Zeit begann, schliesst zudem die Wirkung von geformten Fermenten (Bakterien) vollkommen aus.

ausreichend lange gehungert hat, erst dann beginnt, wenn das Thier zu fressen anfängt, bezw. wenn Speisen in den Magen gelangen.

Bei den Hunden verhält es sich nach den Versuchen von Grützner und Heidenhain[1]) etwas anders. Hier wird im Hungerzustande nicht bloss die Magenschleimhaut mit Propepsin, sondern auch das Pankreas mit Protrypsin geladen. Allerdings findet sich auch bei den Hunden der grösste Protrypsingehalt in den späteren Stunden der Verdauung, während der grösste Propepsingehalt den hungernden Thieren zukommt.

Ich stellte schliesslich auch noch Versuche an Krähen an und will über sie nur so viel sagen, dass jenes auffallende Auseinandergehen in dem Fermentgehalte der Magenschleimhaut und des Pankreas, wie ich es regelmässig bei körnerfressenden Vögeln gesehen habe, hier nicht oder nicht in dem Maasse stattfindet. Freilich möchte ich aus diesen Versuchen keine allgemeinen Schlüsse ziehen, denn ihre Zahl ist zu gering. Auch hatten die Thiere durch den Transport gelitten.

Als die wesentlichen Ergebnisse meiner Untersuchungen sehe ich hiernach an, dass bei körnerfressenden Vögeln (Tauben, Hühnern) im Hunger die Schleimhaut des Drüsenmagens mit Ferment bezw. Vorferment geladen wird. Dieses wahrscheinlich in Form von kleinen Körnchen in den Drüsenzellen des Magens aufgespeicherte Vorferment wird während der Verdauung ziemlich schnell ausgestossen, sodass schon eine Magenschleimhaut in den ersten Stunden der Verdauung viel weniger Pepsin enthält als die eines Hungerthieres. Es gelangt hierbei auf die freie Magenoberfläche, wo es mit der von denselben Zellen abgesonderten Säure in wirksames Ferment umgewandelt wird und seine lösende Kraft entfaltet. Am wenigsten Ferment enthält die Magenschleimhaut — genauer ausgedrückt — am wenigsten lässt sich aus ihr durch Salzsäure oder Glycerin extrahiren, wenn sich der Magen auf der Höhe der Verdauung befindet, das ist etwa 6—8 Stunden nach reichlicher Fütterung, d. h. nach Einführung von reichlichem Futter in einen vollkommen leeren Magen. Von der 10.—11. Stunde nach der Fütterung nimmt sein Fermentgehalt wieder allmälig zu.

---

1) Siehe die oben citirten Arbeiten.

Der Muskelmagen bildet kein Pepsin. Die in der hornartigen Schicht desselben vorhandenen geringen Mengen von Ferment, die man namentlich bei gefütterten Thieren nachweisen kann, stammen vom Drüsenmagen her.

Auch in der Speiseröhre und im Kropf wird kein peptisch wirksames Secret, sondern nur Schleim und unter besonderen Umständen die Kropfmilch abgesondert.

Aehnlich — nur vielleicht auf kürzere Zeiten ausgedehnt — verhält sich der Wechsel des Fermentgehaltes in der Magenschleimhaut von Vögeln (wie Krähen, Elstern), welche einen sogenannten „Mittelmagen", d. h. einen viel schwächeren Muskelmagen haben als die körnerfressenden Vögel. Auch hier findet im Hungerzustande Aufspeicherung des Fermentes (bezw. Vorfermentes) statt. Der Muskelmagen und, so viel wir wissen, die Speiseröhre liefern auch hier kein Pepsin.

Die Bauchspeicheldrüse namentlich der körnerfressenden Vögel, welche ganz ähnliche histologische Veränderungen zeigt wie nach den Untersuchungen von Heidenhain diejenige des Hundes, enthält bei Hungerthieren wenig proteolytisches und amylolytisches Ferment bezw. deren Vorstufen. Sie ladet sich erst, wenn die Arbeit des Magens beginnt, mit beiden Fermenten und gibt dieselben wahrscheinlich erst in den späteren Stunden der Verdauung reichlicher ab.